

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4222398号
(P4222398)

(45) 発行日 平成21年2月12日(2009.2.12)

(24) 登録日 平成20年11月28日(2008.11.28)

(51) Int.Cl.		F I			
G08G	1/16	(2006.01)	G08G	1/16	C
B60T	7/12	(2006.01)	B60T	7/12	C
B60R	21/00	(2006.01)	B60R	21/00	624B
GO1S	17/93	(2006.01)	B60R	21/00	627
			GO1S	17/93	

請求項の数 3 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2006-256074 (P2006-256074)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成18年9月21日(2006.9.21)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65) 公開番号	特開2008-77412 (P2008-77412A)	(74) 代理人	100106149 弁理士 矢作 和行
(43) 公開日	平成20年4月3日(2008.4.3)	(74) 代理人	100121991 弁理士 野々部 泰平
審査請求日	平成19年10月16日(2007.10.16)	(72) 発明者	伊佐治 和美 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		(72) 発明者	津留 直彦 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		審査官	平城 俊雅

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用衝突判定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自車両と当該自車両前方に存在する前方物体との距離を取得する距離取得手段と、
前記前方物体と前記自車両との相対速度を取得する相対速度取得手段と、
前記自車両の横方向に発生する横加速度を検出する横加速度検出手段と、
前記横加速度の増減に応じて、前記前方物体と前記自車両との相対速度の大きさが変化
する横加速度依存相対速度を演算する横加速度依存相対速度演算手段と、
前記距離取得手段の取得した距離、前記相対速度取得手段の取得した相対速度、及び前
記横加速度依存相対速度演算手段の演算した横加速度依存相対速度から、前記前方物体と
前記自車両との衝突の危険度を表す衝突危険度指標を演算する衝突危険度指標演算手段と

10

、
前記衝突危険度指標演算手段の演算した衝突危険度指標を用いて、前記前方物体と前記
自車両との衝突の危険度を判定する衝突判定手段とを備え、

前記衝突危険度指標演算手段は、前記距離をD、前記相対速度をV_r、前記横加速度依
存相対速度をV_{r_y}とすると、次式により前記衝突危険度指標であるTTC_{gy}を演
算することを特徴とする車両用衝突判定装置。

$$TTC_{gy} = D / (|V_r| - |V_{r_y}|)$$

【請求項2】

前記自車両の横方向に横加速度が発生しているときの当該自車両の旋回半径を取得する
旋回半径取得手段を備え、

20

前記横加速度依存相対速度演算手段は、前記横加速度を G_y とし、前記旋回半径を R とすると、次式により前記横加速度依存相対速度である V_{r_y} を演算することを特徴とする請求項 1 記載の車両用衝突判定装置。

$$V_{r_y} = -(R \times G_y)^{1/2}$$

【請求項 3】

前記自車両の減速度が目標減速度となるように、ブレーキ装置による制動力を制御する制動力制御手段を備え、

前記制動力制御手段は、前記制動力の制御の終了条件として前記衝突危険度指標を用いることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の車両用衝突判定装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両用衝突判定装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば、特許文献 1 に記載されているように、障害物と自車両との衝突の危険度を表す指標として、自車両が障害物に衝突するまでの時間を表す衝突余裕時間 (Time To Collision, TTC) が用いられている。

【0003】

衝突余裕時間 TTC は、衝突余裕時間 TTC 算出時における走行状態を自車両が維持して走行したときに障害物に衝突するまでの時間を示すものであり、自車両がその算出時の走行状態を維持して走行した場合には必ず (100% の確率で) 障害物に衝突する、という " 衝突の確率 " を表す指標であるともいえる。

20

【特許文献 1】特開 2005 - 324700 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

衝突余裕時間 TTC は、自車両が直進状態である場合に、自車両前方の障害物 (前方物体) との衝突の危険度を表すのには有効であるが、自車両の横方向に加速度が発生する走行状態の場合には、前方物体との衝突の危険度を正しく表すことができない。

30

【0005】

例えば、自車両の運転者がステアリング操作を行って前方物体との衝突を回避する場合、そのステアリング操作を開始するまでの間 (直進状態の間) は、衝突余裕時間 TTC によって前方物体との衝突の危険度を正しく表すことができる。

【0006】

一方、衝突回避のためのステアリング操作が開始されると、自車両の走行状態は、直進状態から横加速度が発生する走行状態に遷移する。ここで、衝突余裕時間 TTC は、前方物体と自車両との距離、及び相対速度、すなわち、自車両の前後方向の運動によって規定される変数から算出されるものであり、自車両の横方向の運動によって規定される変数を含んで算出されるものではない。

40

【0007】

従って、自車両の横方向に加速度が発生する走行状態の場合には、衝突余裕時間 TTC を用いて、前方物体との衝突の危険度を正しく表すことができず、自車両が衝突回避運動を開始したにもかかわらず、100% の確率で前方物体に衝突する、という誤った危険度を表すことがあった。

【0008】

本発明は、上記の問題を鑑みてなされたもので、自車両の横方向に加速度が発生する走行状態の場合にも、前方物体との衝突の危険度を正しく表すことができる指標を用いて、前方物体との衝突の危険度を判定する車両用衝突判定装置を提供することを目的とするものである。

50

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するため、請求項1に記載の車両衝突判定装置は、
 自車両と当該自車両前方に存在する前方物体との距離を取得する距離取得手段と、
 前方物体と自車両との相対速度を取得する相対速度取得手段と、
 自車両の横方向に発生する横加速度を検出する横加速度検出手段と、
 横加速度の増減に応じて、前方物体と自車両との相対速度の大きさが変化する横加速度依
 存相対速度を演算する横加速度依存相対速度演算手段と、
 距離取得手段の取得した距離、相対速度取得手段の取得した相対速度、及び横加速度依存
 相対速度演算手段の演算した横加速度依存相対速度から、前方物体と自車両との衝突の危
 険度を表す衝突危険度指標を演算する衝突危険度指標演算手段と、
 衝突危険度指標演算手段の演算した衝突危険度指標を用いて、前方物体と自車両との衝突
 の危険度を判定する衝突判定手段とを備え、

10

衝突危険度指標演算手段は、距離をD、相対速度をV_r、横加速度依存相対速度をV_{r_y}とすると、次式により衝突危険度指標であるTTC_{gy}を演算することを特徴とする。

(数1)

$$TTC_{gy} = D / (|V_r| - |V_{r_y}|)$$

【0010】

このように、本発明は、前方物体と自車両との衝突の危険度を表す衝突危険度指標として、自車両の横方向の運動によって規定される横加速度依存相対速度を含めて演算するものである。

20

【0011】

上記数式1の横加速度依存相対速度V_{r_y}は、横加速度の増減に応じてその大きさが変化するものであるから、衝突危険度指標TTC_{gy}についても横加速度の増減に応じて、その値が変化する。従って、自車両の横方向に加速度が発生する走行状態の場合にも、衝突危険度指標TTC_{gy}は、前方物体との衝突の危険度を正しく表すことができるのである。

【0014】

請求項2に記載の車両用衝突判定装置は、自車両の横方向に横加速度が発生しているときの当該自車両の旋回半径を取得する旋回半径取得手段を備え、横加速度依存相対速度演算手段は、横加速度をG_yとし、旋回半径をRとすると、次式により横加速度依存相対速度であるV_{r_y}を演算することを特徴とする。

30

【0015】

(数3)

$$V_{r_y} = -(R \times G_y)^{1/2}$$

これにより、横加速度G_yが大きいほど値(絶対値)が大きく、横加速度G_yが小さいほど値(絶対値)が大きくなる横加速度依存相対速度V_{r_y}を演算することができる。

【0016】

そして、上記数式1から明らかなように、横加速度G_yが大きいほど、相対速度V_rから横加速度依存相対速度V_{r_y}を減じた差分相対速度(V_r - V_{r_y})の値は小さくなる。従って、衝突危険度指標TTC_{gy}の値は、横加速度G_yが大きいほど大きな値を示すようになるため、この衝突危険度指標TTC_{gy}から、横加速度G_yの発生によって、前方物体と自車両との衝突の危険度が低いと判定することができるのである。

40

【0018】

請求項3に記載の車両用衝突判定装置によれば、自車両の減速度が目標減速度となるように、ブレーキ装置による制動力を制御する制動力制御手段を備え、制動力制御手段は、制動力の制御の終了条件として衝突危険度指標を用いることが好ましい。

【0019】

このように、自車両の横加速度を加味した衝突危険度指標を用いることで、自車両が直

50

進状態から横加速度が発生する走行状態に遷移した場合、前方物体と自車両との衝突の危険度が直進状態から低下したと正しく評価できるようになるからである。その結果、横加速度が発生する走行状態に遷移した場合に、速やかに制御力の制御を終了させることができるようになるのである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。本実施形態は、本発明の車両用衝突判定装置を車両用ブレーキ制御装置の機能として採用したものである。図1に、車両用ブレーキ制御装置の全体構成を示す。同図に示すように、本車両用ブレーキ装置は、レーダ10、車速センサ20、ブレーキスイッチ(SW)30、ブレーキ圧センサ40、操作スイッチ(SW)50、ブレーキECU60、ブレーキアクチュエータ70、加速度(G)センサ80、及びヨーレートセンサ90によって構成される。

10

【0021】

レーダ10は、例えばレーザー光を自車両前方の所定範囲に照射し、その反射光を受信して、自車両前方に存在する先行車両や道路付帯物(ガードレール、反射板等)の前方物体と自車両との距離Dや、前方物体の自車両に対する相対的な位置関係を検出する。なお、レーダ10によって検出された距離Dを時間微分することにより、相対速度V_r等を求めることができる。なお、本実施形態においては、相対速度V_rの符号として、自車両が前方物体に近づく場合を負(-)、自車両が先行車両から遠ざかる場合を正(+と定義する。

【0022】

車速センサ20は、自車両の走行速度を検出するものである。上述したレーダ10によって検出された距離Dから相対速度V_rが算出され、かつ車速センサ20によって自車両の走行速度が検出されると、その差分から前方物体が先行車両である場合に、先行車両の走行速度を求めることができる。

20

【0023】

ブレーキSW30は、自車両の運転者によるブレーキ操作を検出するものであって、ブレーキペダルが踏み込まれるとオン信号を出力し、その踏み込みが解放されるとオフ信号を出力する。

【0024】

ブレーキ圧センサ40は、自車両の運転者によってブレーキペダルが踏み込まれたときに、図示しないブレーキ装置に発生するブレーキフルード圧を検出するものである。ブレーキ装置においては、このブレーキフルード圧に応じた強さで、例えばディスクパッドを車輪に固定されたディスクロータに押し付けて制動力を発生させ、自車両を減速させる。従って、自車両の運転者がブレーキペダルを操作したときのブレーキフルード圧から、そのブレーキ操作によって自車両に発生する減速度を推定することができる。

30

【0025】

操作SW50は、自車両の運転者によって操作されるもので、その操作信号がブレーキECU60に入力される。なお、操作SW50は、ブレーキECU60が自車両の運転者のブレーキ操作をアシスト制御する際に、自車両を緩やかに減速させたり、強く減速させたり、その減速度合を調整するための指示をブレーキECU60に与える。

40

【0026】

ブレーキアクチュエータ70は、後述するブレーキECU60からの指示信号に応じて、ブレーキ装置におけるブレーキフルード圧を任意の圧力に調整する。Gセンサ80は、自車両の前後方向や横方向に発生する前後加速度、及び横加速度を検出するものである。ヨーレートセンサ90は、自車両の鉛直軸回りの角速度(ヨーレート)を検出するセンサである。

【0027】

ブレーキECU60は、上述した各種のセンサやスイッチからの入力信号に基づいて、自車両が前方物体に接近して運転者がブレーキ操作を行ったときに、その前方物体との衝突を回避しつつ、良好な減速度フィーリングが得られるように、ブレーキ装置の制動力を

50

アシスト制御する。本実施形態においては、先行車両等の前方物体との接近離間状態を示す指標である接近離間状態評価指標 KdB を用いて、このアシスト制御を実行する。従って、まず、この接近離間状態評価指標 KdB について説明する。

【0028】

自車両の運転者は、自車両の進行方向に先行車両が存在する場合に、通常、その先行車両の視覚的な面積変化から、自車両が先行車両に接近しているのか、先行車両から離間しているのかを判断し、アクセル操作やブレーキ操作によって自車両の加減速を調整する。従って、この運転者の判断基準となる先行車両の視覚的な面積変化を表す指標を、接近離間状態評価指標 KdB として求めることとした。

【0029】

以下、具体的な接近離間状態評価指標 KdB の算出方法について説明する。先行車両の実際の高さを H_0 、幅を W_0 、面積を $S_0 (= H_0 \times W_0)$ とし、自車両の運転者の目(網膜上)に映る先行車両の像の高さを H 、幅を W 、面積を $S (= W \times H)$ とし、さらに、運転者の目(水晶体)から先行車両までの距離を D 、ドライバの目の焦点距離を f とした場合、先行車両の見かけ上の面積 S は、数式4で示される。

【0030】

(数4)

$$S=W \times H=W_0 \times H_0 \times (f/D)^2$$

従って、運転者の網膜上に投影される先行車両の見かけ上の面積 S の時間変化率 dS/dt は、次の数式5で示される。

【0031】

(数5)

$$dS/dt=d(W \times H)/dt = d(f/D)^2/dt = d(1/D^2)/dt$$

上記数式5を距離 D で偏微分すると、先行車両の見かけ上の面積 S の時間変化率 dS/dt は、数式6のように表すことができ、これを先行車両面積の時間変化率 K とする。

【0032】

(数6)

$$dS/dt = d(1/D^2)/dt = \{d(1/D^2)/dD\} \times (dD/dt) = (-2/D^3) \times Vr = K$$

このように、先行車両と自車両との距離 D と、距離 D の時間変化率である相対速度 Vr とから、先行車両面積の時間変化率 K を算出することができる。

【0033】

なお、先行車両面積の時間変化率 K は、先行車両の見かけ上の面積 S の時間変化率 dS/dt を示すものであるため、カメラ等の撮像手段の撮影した先行車両の画像の単位時間当たりの大きさの時間変化率と等しい。従って、カメラ等の撮像手段を備えて、その撮影した先行車両の画像の大きさの単位時間当たりの時間変化率から、先行車両面積の時間変化率 K を算出するようにしてもよい。

【0034】

この先行車両面積の時間変化率 K は、例えば距離 $D = 1 \sim 100$ m の範囲で、 10^{-6} のオーダーで大きく変化する。このため、時間変化率 K をデシベル表示することとした。

【0035】

このデシベル表示に際しては、自車両の 100 [m] 前方に存在し、相対速度 $Vr = -0.1$ [km/h] で接近してくる先行車両の面積の時間変化率 K_0 を、運転者が面積変化に気づくことができる最小面積変化と仮定し、このときの値を 0 [dB] と定義する。時間変化率 K_0 は数式7によって示される。

【0036】

(数7)

$$K_0 = (-2/D^3) \times Vr = (-2/100^3) \times (-0.1/3.6) = 5 \times 10^{-8}$$

つまり、先行車両面積の時間変化率 $K_0 = 5 \times 10^{-8}$ の時のデシベル値を 0 [dB] とし、数式8によって表される指標を、接近離間状態評価指標 KdB と定義する。なお、接近離間状態評価指標 KdB は、先行車両が接近してくるとき正の値を取り、離れていくと

10

20

30

40

50

きに負の値を取る。なお、記号 $||$ は絶対値であることを示す。

【 0 0 3 7 】

(数 8)

$$KdB=10 \times \log(|K/(5 \times 10^{-8})|)=10 \times \log\{|-2 \times Vr|/(D^3 \times 5 \times 10^{-8})\}$$

この数式 8 によって定義される接近離間状態評価指標 KdB が、先行車両等の前方物体との距離 D 及び相対速度 Vr に依存してどのように変化するかを図 2 に示す。図 2 から明らかなように、接近離間状態評価指標 KdB は、前方物体に接近する相対速度 Vr が高くなるほど大きくなるとともに、各相対速度において前方物体との距離 D が短くなるほど増加勾配が急峻になる特性を有する。

【 0 0 3 8 】

次に、ブレーキ ECU 60 によって実行される制動力のアシスト制御について、図 3 のフローチャートに基づいて、詳しく説明する。ステップ S 1 0 0 において、ブレーキ ECU 60 は、各種のセンサやスイッチからの入力信号を取り込む。ステップ S 1 1 0 において、ブレーキ SW 3 0 の検出信号がオフ信号からオン信号に変化したか否かを判定する。すなわち、ステップ S 1 1 0 では、自車両の運転者がブレーキ操作を開始したか否かを判定する。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 1 1 0 において、ブレーキ SW 3 0 の検出信号がオン信号に変化したと判定された場合には、ステップ S 1 2 0 に進んで、接近離間状態評価指標 KdB の現在値 KdB_p を算出する。具体的には、レーダ 1 0 によって検出された前方物体との距離 D 、及びその距離 D の時間変化率である相対速度 Vr を、上述した数式 8 に代入することにより、接近離間状態評価指標現在値 KdB_p を算出する。

【 0 0 4 0 】

続くステップ S 1 3 0 では、接近離間状態評価指標 KdB の目標値 KdB_t を算出する。この接近離間状態評価指標目標値 KdB_t の算出方法を図 4 に基づいて説明する。まず、ステップ S 1 2 0 で求めた接近離間状態評価指標現在値 KdB_p を初期値 KdB_0 とする。また、その接近離間状態評価指標現在値 KdB_p を距離 D で微分することにより、ブレーキ操作により減速を開始した時点の接近離間状態評価指標 KdB の勾配 a を求める。

【 0 0 4 1 】

接近離間状態評価指標目標値 KdB_t は、数式 9 に示すように、上述した初期値 KdB_0 、勾配 a 、減速開始時点の距離 D_0 、操作 SW 3 0 の操作信号によって変化するゲイン $gain$ 、さらには前方物体との距離の現在値 D_p に基づいて算出される。

【 0 0 4 2 】

(数 9)

$$KdB_t=gain \times a \times D_p+(a \times D_0+KdB_0)$$

すなわち、接近離間状態評価指標目標値 KdB_t は、図 4 に示すように、初期値 KdB_0 から、前方物体との距離 D_p が短くなるに従い、ブレーキ操作による減速開始時点での接近離間状態評価指標 KdB の勾配 a による一定の傾きで増加する直線として求められる。この接近離間状態評価指標目標値 KdB_t の算出式に、前方物体との距離の現在値 D_p を代入することにより、その距離の現在値 D_p における接近離間状態評価指標目標値 KdB_t が算出される。

【 0 0 4 3 】

なお、操作 SW 3 0 の操作信号によって変化するゲイン $gain$ は、例えば 0.9, 1.0、1.1 のいずれかの値を取るものとしてとることができる。 $gain = 1.0$ の場合、勾配 a は変更されない。しかし、 $gain = 0.9$ とした場合には、勾配 a が小さく変更されるため、前方物体との距離 D が短くなるにつれて、自車両が前方物体に接近する相対速度 Vr をより素早く減少するので、自車両の減速度合を強めることができる。逆に、 $gain = 1.1$ とした場合には、勾配 a が大きく変更されるため、自車両の減速度合を緩めることができる。このように、勾配 a に自車両の運転者によって指示されるゲイン $gain$

10

20

30

40

50

i nを乗じることにより、自車両の制動力をアシスト制御する際に、自車両の運転者の嗜好に応じて、そのアシスト制御による自車両の減速度合を調整することが可能になる。

【0044】

続くステップS140では、ステップS130にて算出した接近離間状態評価指標目標値KdB_tを用いて、目標相対速度V_{r_t}を数式10によって算出する。

【0045】

(数10)

$$V_{r_t} = -1/2 \times 10(KdB_t/10) \times D^3 \times 5 \times 10^{-8}$$

つまり、図4において、前方物体との距離の現在値D_pにおける接近離間状態評価指標目標値KdB_tを通る接近離間状態評価指標曲線を想定し、その想定曲線の相対速度を目標相対速度V_{r_t}として求める。

10

【0046】

ステップS150では、前方物体との距離の現在値D_pを微分して、前方物体との現在の相対速度V_{r_p}と、目標相対速度V_{r_t}とから目標相対減速度dV_r/dt_tを、数式11に従って求める。

【0047】

(数11)

$$dV_r/dt_t = (V_{r_p} - V_{r_t}) / t$$

なお、tは、現在の相対速度V_{r_p}と、目標相対速度V_{r_t}との差分を目標相対減速度dV_r/dt_tに変換するための除数であり、適宜、設定されるものである。

20

【0048】

ステップS160では、数式12により、前方物体と自車両との衝突の危険度を表す衝突危険度指標TTC_{gy}を演算し、この衝突危険度指標TTC_{gy}が所定値T_{ref}よりも小さな値を示すか否かを判定する。

【0049】

(数12)

$$TTC_{gy} = D / (|V_{r_p}| - |V_{r_y_p}|)$$

このステップS160の判定処理において、TTC_{gy} < T_{ref}と判定された場合、前方物体に自車が衝突する危険度は高いとしてステップS170に進み、TTC_{gy} > T_{ref}と判定された場合、前方物体に自車が衝突する危険度は低いとしてステップS200に進む。ステップS200では、運転者自らのブレーキ操作等によって、前方物体との衝突を十分に回避することができるとし、本車両用ブレーキ制御装置による制動力アシスト制御を非実行とする。

30

【0050】

ここで、前方物体と自車両との衝突の危険度を表す衝突危険度指標TTC_{gy}について、詳細に説明する。図5に示すように、自車両がカーブ道路を走行する場合、カーブの道路付帯物(固定物)を前方物体とすると、自車両と自車両前方に存在する道路付帯物との距離D、自車両前端部と自車両前輪中心軸との距離y、自車両前輪中心軸における自車両幅の中心点と道路付帯物との距離L、及び自車両の旋回半径Rとすると、数式13が成り立つ。

40

【0051】

(数13)

$$(D+y)^2 + R^2 = (R+L)^2$$

上記数式13から、自車両の旋回半径Rは、数式14により求めることができる。

【0052】

(数14)

$$R = \{(D+y)^2 - L^2\} / 2 \times L$$

なお、自車両の旋回半径Rは、道路半径と略等しいものとみなすことができるので、ナビゲーション装置等を自車両に搭載している場合には、ナビゲーション装置の有する道路地図データから、自車両の走行するカーブ道路の道路半径を取得するようにしてもよい。

50

【 0 0 5 3 】

ここで、自車両がカーブ道路を走行しているときに自車両の横方向に発生する横加速度の現在値を G_{y_p} とすると、数式 15 から、横加速度 G_{y_p} の増減に応じてその大きさが変化する横加速度依存相対速度の現在値 $V_{r_y_p}$ が求まる。

【 0 0 5 4 】

(数 15)

$$V_{r_y_p} = -(R \times G_{y_p})^{1/2}$$

そして、自車両と道路付帯物との距離 D 、自車両と道路付帯物との現在の相対速度 V_{r_p} 、及び数式 15 から求めた横加速度依存相対速度の現在値 $V_{r_y_p}$ から数式 12 に示す衝突危険度指標 TTC_{gy} が得られる。

10

【 0 0 5 5 】

このように、本実施形態では、前方物体である道路付帯物と自車両との衝突の危険度を表す指標として、自車両の横方向の運動によって規定される横加速度依存相対速度の現在値 $V_{r_y_p}$ を含めて演算するものである。この横加速度依存相対速度の現在値 $V_{r_y_p}$ は、横加速度 G_{y_p} の増減に応じてその大きさが変化するものであるから、衝突危険度指標 TTC_{gy} についても横加速度 G_{y_p} の増減に応じて、その値が変化する。

【 0 0 5 6 】

詳細には、数式 15 に示すように、横加速度依存相対速度の現在値 $V_{r_y_p}$ は、横加速度 G_{y_p} が大きいほどその値（絶対値）が大きく、横加速度 G_{y_p} が小さいほど値（絶対値）が大きい値を示す。従って、上記数式 12 から明らかなように、横加速度 G_{y_p} が大きいほど、現在の相対速度 V_{r_p} の絶対値から横加速度依存相対速度の現在値 $V_{r_y_p}$ の絶対値を減じた差分相対速度 $|V_{r_p}| - |V_{r_y_p}|$ は小さくなる。

20

【 0 0 5 7 】

従って、衝突危険度指標 TTC_{gy} の値は、横加速度 G_{y_p} が大きいほど大きな値を示すようになるため、この衝突危険度指標 TTC_{gy} から、横加速度 G_{y_p} の発生によって、前方物体である道路付帯物と自車両との衝突の危険度が低いと判定することができるのである。

【 0 0 5 8 】

図 6 (a)、(b) は、道路半径 = 50 [m] (自車両の旋回半径 R と等しいとする)、自車両の速度 V (道路付帯物は固定物であるので、道路付帯物と自車両との相対速度 V_{r_p} に等しい) = 50 [km/h] で走行した場合の、従来の衝突余裕時間 TTC (= $D / |V_{r_p}|$) と衝突危険度指標 TTC_{gy} とを比較したものである。

30

【 0 0 5 9 】

図 6 (a) に示すように、従来の衝突余裕時間 TTC は、現在の相対速度 V_{r_p} が大きくなるほど小さな値を示すが、前方物体と自車両とが衝突する確率は、自車両に横加速度が発生したとしても常に 100% である、という危険度を表す。

【 0 0 6 0 】

これに対し、図 6 (b) に示すように、本実施形態の衝突危険度指標 TTC_{gy} は、差分相対速度 $|V_{r_p}| - |V_{r_y_p}|$ が 0 に近づくほど、つまり、自車両の運転者がカーブ道路の形状に従って適切なステアリング操作を行うことで、横加速度 G_{y_p} が発生しているときに無限大 となり、前方物体と自車両とが衝突する確率は、100% 以下であるという危険度を表す。また、衝突危険度指標 TTC_{gy} は、差分相対速度 $|V_{r_p}| - |V_{r_y_p}| = |V_{r_p}|$ の場合、つまり、自車両の運転者がカーブ道路の形状に従うことなく直進状態を保持することで、横加速度 G_{y_p} が発生していないときに、従来の衝突余裕時間 TTC と等しくなり、前方物体と自車両とが衝突する確率は 100% であるという危険度を表す。

40

【 0 0 6 1 】

以上から、本実施形態の衝突危険度指標 TTC_{gy} は、横加速度 G_{y_p} の発生によ

50

って前方物体と自車両とが衝突する確率が低くなる、という衝突の危険度を表すものであるから、自車両が衝突回避運動を開始した場合にも、前方物体との衝突の危険度を正しく表すことができるのである。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 1 7 0 では、運転者のブレーキ操作によって生じたブレーキ圧に基づいて、自車両に発生する減速度 dV_r / dt_{dr} を推定する。そして、ステップ S 1 8 0 において、この運転者のブレーキ操作に対応する推定減速度 dV_r / dt_{dr} が、目標相対減速度 dV_r / dt_t よりも大きいかが判定する。なお、減速度は負（マイナス）の値として表されるので、「運転者のブレーキ操作に対応する推定減速度 dV_r / dt_{dr} が目標相対減速度 dV_r / dt_t よりも大きい」場合、運転者のブレーキ操作では減速度合が弱く、目標相対減速度 dV_r / dt_t にて自車両を減速させることができないことを意味する。

10

【 0 0 6 3 】

従って、ステップ S 1 8 0 にて Yes と判定されると、ステップ S 1 9 0 に進んで、制動力アシスト制御を実行する。つまり、この制動力アシスト制御は、衝突危険度指標 $TT C_gy$ が所定値 $Tref$ よりも小さな値を示し、かつ自車両の運転者のブレーキ操作では、目標相対減速度 dV_r / dt_t で自車両を減速させることができない場合に実行される。

【 0 0 6 4 】

ステップ S 1 9 0 において実行される制動力アシスト制御においては、ステップ S 1 5 0 にて算出された目標相対速度 dV_r / dt_t を発生させるためのブレーキ圧を予め用意されているマップから求めて、当該ブレーキ圧を発生するようにブレーキアクチュエータ 7 0 を制御したり、或いは、自車両の実際の減速度を検出して、この実減速度が目標相対速度 dV_r / dt_t に一致するように、ブレーキアクチュエータ 7 0 によってブレーキ圧を調整したりする。

20

【 0 0 6 5 】

逆に、ステップ S 1 8 0 において、運転者のブレーキ操作に対応する推定減速度 dV_r / dt_{dr} が目標相対減速度 dV_r / dt_t よりも小さいと判定された場合、運転者のブレーキ操作によって目標相対減速度 dV_r / dt_t よりも強い減速度で自車両を減速させることができる。このように、運転者のブレーキ操作によって十分な減速度が発生すると考えられるため、本車両用ブレーキ制御装置によってアシスト制御を行う必要は無い。従って、処理はステップ S 2 0 0 に進んで、制動力アシスト制御を非実行とする。

30

【 0 0 6 6 】

ステップ S 2 1 0 では、アシスト制御の終了条件が成立したか否かを判定する。この制御終了条件として、例えば、自車両が停止したことや、前方物体が先行車両である場合には、その先行車両が加速等して、衝突危険度指標 $TT C_gy$ が所定値 $Tref$ を上回ったり、接近離間状態評価指標 KdB が接近離間状態評価指標目標値 KdB_t よりも所定値以上低下したりしたことを用いることができる。制御終了条件が成立していない場合には、ステップ S 1 0 0 からの処理を繰り返す。

【 0 0 6 7 】

このステップ S 2 1 0 における終了条件として、横加速度 Gy_p を加味した衝突危険度指標 $TT C_gy$ を用いることで、自車両が直進状態から横加速度 Gy_p が発生する走行状態に遷移した場合、前方物体と自車両との衝突の危険度が直進状態から低下したと正しく評価できるようになる。その結果、横加速度 Gy_p が発生する走行状態に遷移した場合に、速やかにアシスト制御を終了させることができるようになる。

40

【 0 0 6 8 】

図 7 は、自車両速度 $V = 100 [km/h]$ で走行する場合の、自車両正面の距離 $D = 28 [m]$ にある前方物体（固定物）に対する従来の衝突余裕時間 $TT C$ 、衝突危険度指標 $TT C_gy$ 、及び目標減速度 dV_r / dt_t と、横加速度の現在値 Gy_p との関係を示した図である。

50

【0069】

図7に示すように、従来の衝突余裕時間 TTC は、ステアリング操作による横加速度の現在値 G_{y_p} の発生の有無に関わらず一定の値を示すのに対し、衝突危険度指標 TTC_{gy} は、横加速度の現在値 G_{y_p} の増加に伴いその値は増加する。また、衝突危険度指標 TTC_{gy} の増大により目標減速度 dV_r/dt_t は減少することを示している。

【0070】

このように、本実施形態による車両用ブレーキ制御装置に用いられる衝突危険度指標 TTC_{gy} は、自車両の横方向の運動によって規定される横加速度依存相対速度 V_{r_y} を含めて演算されるものであり、横加速度 G_{y_p} が大きいほど大きな値を示すため、この衝突危険度指標 TTC_{gy} から、横加速度 G_{y_p} の発生によって、前方物体と自車両との衝突の危険度が低いと正しく判定することができる。

10

【0071】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は上述した実施形態に何ら制限されることなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、種々変形して実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【0074】

【図1】本実施形態の車両用ブレーキ制御装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】接近離間状態評価指標 KdB の変化特性を示すグラフである。

20

【図3】制動力のアシスト制御を示すフローチャートである。

【図4】接近離間状態評価指標目標値 KdB_t の算出方法を説明するための説明図である。

【図5】自車両がカーブ道路を走行する場合の衝突危険度指標 TTC_{gy} を説明するための図である。

【図6】(a)、(b)は、従来の衝突余裕時間 TTC と本発明の衝突危険度指標 TTC_{gy} とを比較した図である。

【図7】自車両速度 $V = 100 [km/h]$ で走行する場合の、自車両正面の距離 $D = 28 [m]$ にある前方物体(固定物)に対する従来の衝突余裕時間 TTC 、本発明の衝突危険度指標 TTC_{gy} 、及び目標減速度 dV_r/dt_t と、横加速度の現在値 G_{y_p} との関係を示した図である。

30

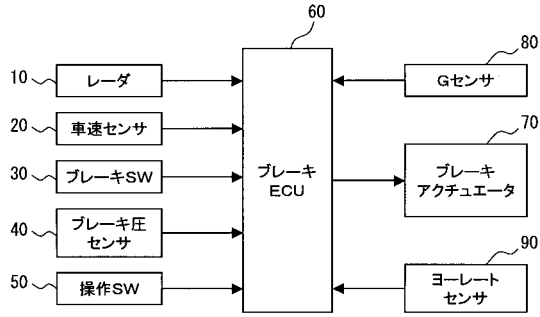
【符号の説明】

【0075】

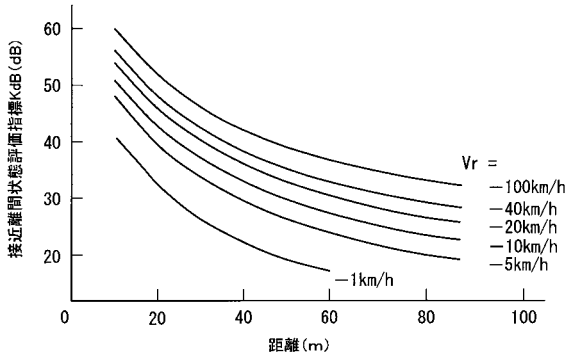
- 10 レーダ
- 20 車速センサ
- 30 ブレーキスイッチ
- 40 ブレーキ圧センサ
- 50 操作スイッチ
- 60 ブレーキECU
- 70 ブレーキアクチュエータ
- 80 Gセンサ
- 90 ヨーレートセンサ

40

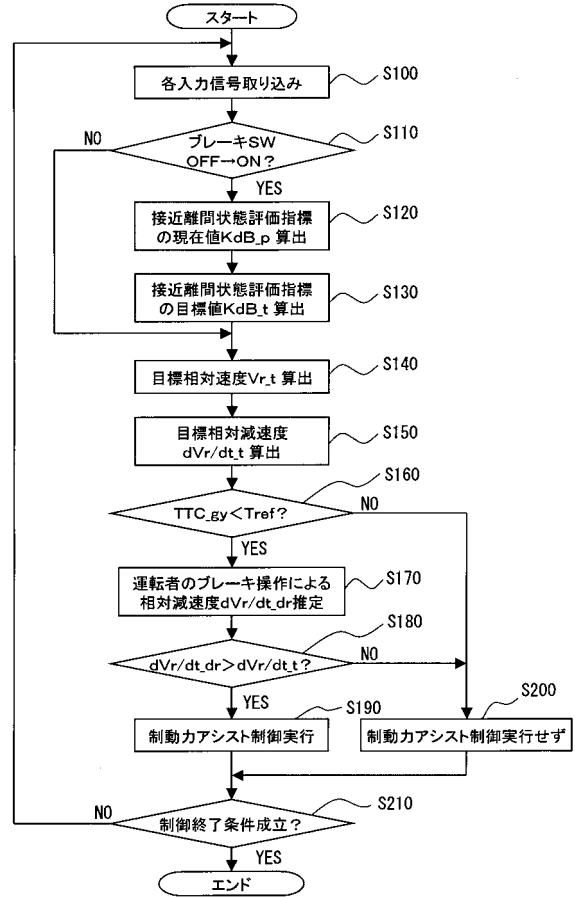
【図1】



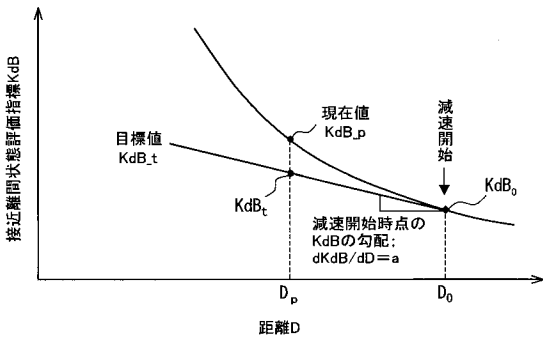
【図2】



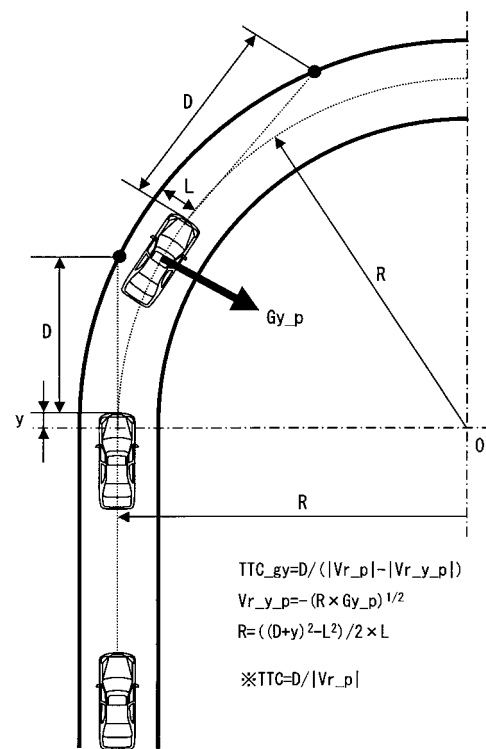
【図3】



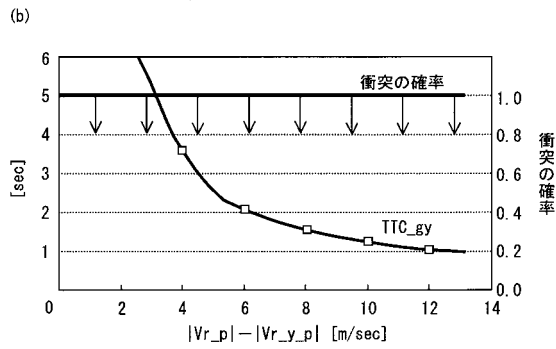
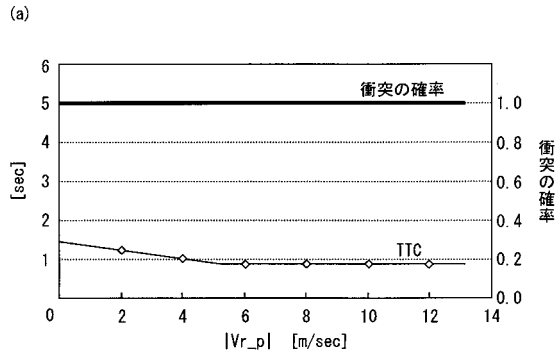
【図4】



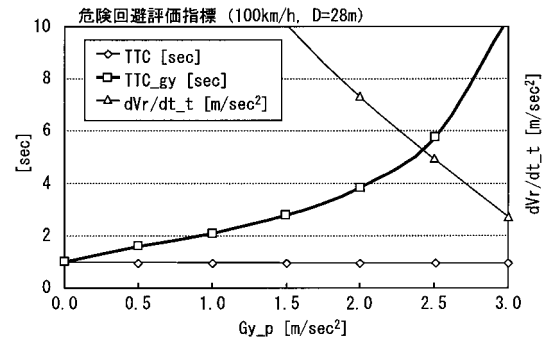
【図5】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-002426(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G08G 1/16

B60R 21/00

B60T 7/12

G01S 17/93